

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-287923  
 (43)Date of publication of application : 14.12.1987

(51)Int.Cl.

B23H 1/02  
 B23H 7/02

(21)Application number : 61-128735

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

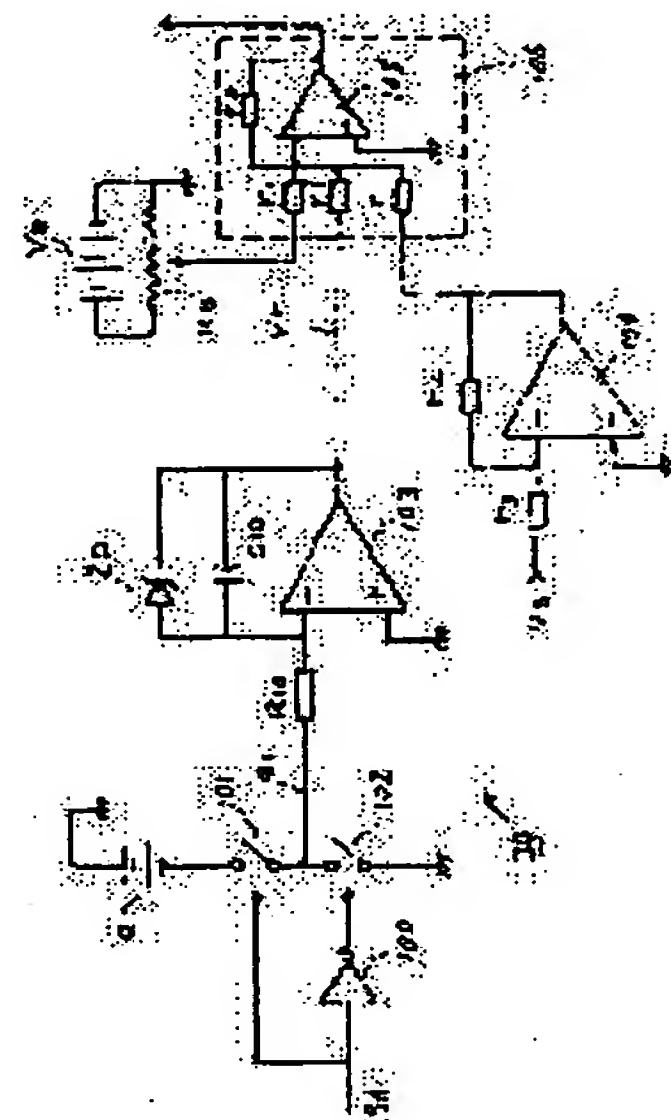
(22)Date of filing : 03.06.1986

(72)Inventor : ITO TETSURO

**(54) ELECTRIC DISCHARGE MACHINE****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To prevent damage of an electrode, by detecting the degree of insulation of an insulative machining fluid existing in the interpole gap and by comparing thus detected value with a reference value to control servo-reference voltage during the length of the gap between the electrode and a workpiece is servocontrolled.

**CONSTITUTION:** High frequency voltage is superposed during a deionizing time or the quiescent time of pulse voltage applied across the interpole gap from a machining power source to detect interpole leakage current running due to the lowering of insulation of the machining fluid 3. When thus detected current value exceeds a predetermined value, a control instruction signal generating device delivers a danger signal SA to a control means 30. Further, when the signal SA is high, which means that an abnormal condition occurs in the interpole gap, switches 101, 102 are turned on and off, respectively, by means of an inverter 100, and reference voltage  $V_r$  is continuously increased by means of an integrating circuit composed of an operation amplifier 103 and the like. Accordingly, the averaged voltage  $V$  across the interpole gap is increased in the negative direction, and therefore, the interpole gap is enlarged due to a variation in the output of an output circuit 106. Thus, it is possible to aim at enhancing the rate of machining and to surely prevent damage of the electrode.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-287923

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>  
B 23 H 1/02  
7/02

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)12月14日

D-7908-3C  
F-7908-3C  
S-8308-3C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 放電加工装置

⑮ 特 願 昭61-128735

⑯ 出 願 昭61(1986)6月3日

⑰ 発 明 者 伊 東 哲 朗 名古屋市東区矢田南5丁目1番14号 三菱電機株式会社名古屋製作所内

⑱ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑲ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

放電加工装置

2. 特許請求の範囲

電極と被加工物とを絶縁性加工液を介在させて対向させ、その電極と被加工物間にパルス電圧を印加して両者間に放電を発生させ、その放電エネルギーで上記被加工物を加工する放電加工装置において、上記電極と被加工物間に印加するパルス電圧の休止時間に、高周波交流電圧を重ねさせる手段と、この高周波交流電圧により、上記電極と被加工物の間隙に存在する上記絶縁性加工液の絶縁度を検出する検出手段と、この検出手段により検出される上記電極と被加工物の間隙の絶縁度を予め設定した基準値と比較する比較手段と、上記比較手段の出力信号に基づいて極間状態を判別して信号を出力する極間間隙判別手段と、この判別手段の出力に基づいて上記電極と上記被加工物の間隙長サーボを行う際のサーボ基準電圧を制御する制御手段を具備したことを特徴とする放電加工装

置。

8. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、電極と被加工物間で放電を発生させ、この放電エネルギーで被加工物を切削加工する放電加工装置に関するものである。

〔従来の技術〕

従来、この種の放電加工装置には、被加工物を棒状電極で穴加工するものと、被加工物にあらかじめドリルなどであけた初孔にワイヤ電極を貫通させ、この被加工物とワイヤ電極を相対的に移動させて被加工物を切断加工するものがある。

以下、この放電加工装置の概要を、第7図に示すワイヤ電極使用の放電加工装置を例に説明する。第7図において、(1)は被加工物で、その初孔(1a)に通されたワイヤ電極(2)との間に絶縁性の液(3)を供給介在させている。

上記絶縁性の液(3)を以下加工液と記述する。加工液は、タンク(4)からポンプ(5)で、被加工物(1)とワイヤ電極(2)の間隙(極間間隙)にノズル(6)によ

## 特開昭62-287923 (2)

に噴射される。

被加工物(1)とワイヤ電極(2)との間の相対運動は、被加工物(1)を載せているテーブル(11)の移動により行われる。テーブル(11)は、Y軸駆動モータ(13)とX軸モータ(12)により駆動される。以上の構成により、被加工物(1)と電極(2)の相対運動は前述のX、Y軸平面内に於いて2次元平面の運動となる。

ワイヤ電極(2)は、ワイヤ供給リール(7)により供給され、下部ワイヤガイド(8A)、被加工物(1)中を通過して上部ガイド(8B)に達し、電気エネルギー給電部(9)を介して、ワイヤ巻取り兼テンションローラ(10)により巻取られる。

上記X、Y軸の駆動モータ(12、13)の駆動及び制御を行う制御装置(14)は、数値制御装置(NC制御装置)や微細装置あるいは、電算機を用いた制御装置が用いられている。

電気エネルギーを供給する加工電源(15)は、例えば、直流電源(15a)、スイッチング素子(15b)、電流制限抵抗(15c)及び前記スイッチング素子(15b)を制御する制御回路(15d)によって構成されてい

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

以上のように従来のワイヤカット放電加工装置では、ワイヤ電極(2)の断線を引き起こさないようにするため、加工電源(15)の出力エネルギーを少なくする等、仮に放電の集中がワイヤ電極(2)の一点に集中しても断線しないようにしていたため、加工速度が著しく低いという問題点があった。

そこで、従来、加工状態の良否あるいは電極の損傷直前状態を判別し、この判別結果に基づいて自動的に正常加工状態に復帰させあるいは電極の損傷を回避させるような安全対策を施して、加工速度を低下させないようにすることが行なわれている。

この場合、加工状態の良否あるいはワイヤ電極の断線の直前状態を判別するのに最も一般的な手段は、上記の極間電圧値の平均値を制御することである。すなわち、平均電圧値が低い時は、極間インピーダンスが低い場合であって、短絡あるいはスラッジとか加工粉の滞留により、放電のための絶縁破壊が起りやすくなり放電集中(ワイヤ切

る。

次に従来装置の動作について説明する。加工電源(15)からは高周波パルス電圧が被加工物(1)とワイヤ電極(2)間に印加され、1つのパルスによる放電爆発により被加工物(1)の一部を溶融飛散させる。この場合、極間は高温によってガス化及びイオン化しているため、次のパルス電圧を印加するまでには一定の休止時間を必要とし、この休止時間が短か過ぎると極間が十分に絶縁回復しないうちに、再び同一場所に放電が集中してワイヤ電極(2)の溶断を発生させる。

従って、通常の加工電源では被加工物の種類、板厚等に依り加工電源(15)の休止時間等の電気条件をワイヤ電極切れを生じさせない程度の充分余裕を持った条件で加工するのが普通である。従って、加工速度は理論的限界値より相当低くならざるを得ない。更にワイヤ電極(2)が均一でなく太さが変化する場合、もしくはワイヤ電極の一部に突起やキズ等があり放電が集中した場合にはワイヤ電極(2)の溶断は避けられない。

断の最大要因)が発生していることを示す。

しかし、狭ギャップでの加工(精度の良い加工に不可欠)においては、正常な極間状態でも短絡が頻発するので、この短絡を検知して安全対策を施していたのでは、やはり加工能率が著しく低下するという問題点があった。

この発明はかかる問題点を解決するためになされたもので、加工速度を低下させることなく適確に加工状態の良否を判別し、電極の損傷事故を未然に防止することのできる放電加工装置を得ることを目的とする。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

この発明にかかる放電加工装置は、電極と被加工物間に印加するパルス電圧の「休止時間」(加工に寄与しない、オンタイムとオンタイムの間の消イオン時間)に、100kHz以上の高周波交流電圧を重ねさせ、この電圧印加により生ずる電流値から極間間隙における加工液の絶縁度を検出する検出手段および該検出手段で検出された電極と被加工物の極間間隙の絶縁度と、あらかじめ設定

## 特開昭62-287923(3)

した基準値との比較結果に基づいて極間状態を判別する極間間隙状態判別手段を設け、この判別手段の出力に基づいて異常判別信号を受けたときには、サーボ基準電圧を大きくして間隙長を広げ、放電の集中による電極の消耗損傷を防止して極間を正常状態に復帰させ、正常判別信号を受けたときには、サーボ基準電圧を下げて間隙長を狭く制御し、放電頻度を増して加工速度を増大させるように制御する制御手段とを備えたものである。

## 〔作用〕

この発明においては、パルス電圧印加の休止時間中に、高周波交流電圧を印加して、イオン濃度と独立した純然たる絶縁度を検出できる。すなわち、高周波交流電圧を加工粉（スラッジ）や電解イオンの共存している電極と被加工物の極間に印加すると、電解イオンの移動度は高周波に対しにぶいため、加工粉による絶縁度のみを独立して検出できる。一般に、加工中における事故要因は、放電点の集中によるものであり、これによってワイヤ断線が発生する。放電点の集中は、加工粉排

流)を検出するための電流検出器、07は制御指令信号発生装置で、前記電流検出器06からの検出電流受入れ手段、極間電圧検出手段および検出電圧を基準値と比較する比較手段、この比較手段の出力に基づいて極間状態を判別する極間間隙判別手段などを有し、制御装置04、加工電源09などに制御指令信号を供給するように構成されている。尚、高周波交流電源08は10～25V、周波数1MHz（100kHz～20MHz使用可）の交流発生器（18a）と、直列の電流制限インピーダンス素子（18b）とから成り、加工電源09がパルス電圧を発生した時には、上記インピーダンス素子（18b）により極間に対し何等影響を与えず、加工電源09のスイッチング素子（15b）がオフの時、すなわち休止時間中のみ、交流電圧が極間に印加される。

第2図は、第1図記載の構成によるところの極間電圧 $V_g$ の波形と（休止時間中に高周波交流印加）、上記電流検出器06より得られた電流信号 $I$ 及び、加工電源09のパルス電圧がオンとなっている時の信号 $S_p$ 、及びこの $S_p$ で休止時間中のみ

除が悪い時、加工粉により極間インピーダンスが低下して起るが、従来の検出方式では単極性電圧を印加していたため、電解金属イオンによる絶縁度低下も区別されずに検出していた。これにより、電解金属イオンの濃度は、放電集中の要因ではないにもかかわらず、不必要に極間状態悪化とみなして回復手段を頻りに動作させ、加工能率を低下させていた。しかし、本発明の検出手段によって真の放電集中要因が検出され、この検出手段の検出結果を、予め設定された基準値と比較手段で比較し、この比較結果に基づいて極間間隙状態判別手段で極間状態を判別し、制御手段は上記判別手段から異常判別信号を受けたときには、極間間隙状態を回復させるように制御する制御手段を備え、加工速度を低下させないようにしたものである。

## 〔実施例〕

第1図はこの発明の一実施例を示す概略図であり、符号(1)～09は上記従来装置と全く同一のものである。08は高周波交流電源08による極間もれ電流（加工粉起因による、絶縁低下のため流れる電

の電流信号を取り出した $S_D$ 、更にこの $S_D$ をエンベロープ検波してそのレベルを8段階とし、極間インピーダンスが低く、多大なもれ電流が流れている $V_1$ 以上（200 $\Omega$ 以下に相当）、これより低いレベル $V_2$ （1.5 $k\Omega$ 程度相当）より大で、レベル $V_1$ より低いレベル及び $V_2$ 以下（加工しない時の液の比抵抗で定まる程度のレベル）に分け、それぞれ $V_1<$ 、 $V_1\sim V_2$ 、 $V_2>$ の信号群としている。

第3図は第2図の信号群を得るための回路例で、電流検出器06の電流信号は増幅回路(117)により増幅され信号 $I$ としてアナログスイッチ(118)の入力となる。アナログスイッチ(118)の開閉は、加工電源09のパルス信号の休止側信号である $S_p$ で制御され、本実施例では休止時間の時のみ信号 $I$ を通すようにしている。この通過信号が $S_D$ でこの信号をエンベロープ検波する回路(119)は、ダイオード $D$ 、抵抗 $R$ 、コンデンサ $C$ で構成されている。該(119)の出力 $S_E$ は、電圧比較器04、05に供給される。上記電圧比較器04は入力された

## 特開昭62-287923(4)

信号  $S_D$  が  $V_1$  より大である場合出力が 1 となり、電圧比較器 22 は  $V_1$  より小である場合出力が 1 となる。アンドゲート 23 は  $V_1$  より大で  $V_1$  より小である信号をとりだすためのものである。

実験によれば、極間インピーダンスが  $500 \sim 700 \Omega$  以上の場合においては放電そのものが液中におけるアーク柱の発生とこれに伴う発熱の発生 ( $5000 \sim 7000^\circ C$ ) 及びピンチ効果のあらわれが順調に行なわれている場合であり、被加工物側に十分なエネルギー分配がなされていることを示していることがわかった。

また、 $200 \Omega$  以下の場合には、火花放電は確かに極間に存在するが、電極と被加工物間に直接存在しているのではなく、電極—スラッジー被加工物とか電極—金属イオン—被加工物といった放電をしたとしても、十分に被加工物にエネルギーが分配されずに単にワイヤを損傷させるような放電状態は直ちに除去しないと、ワイヤ電極の損傷断線が発生することになってしまう。

よって、 $V_1 <$  であるか、 $V_1 \sim V_2$  である

また、D/A コンバータ 24 によるアナログ出力  $S_M$  を用いてアナログ表示ととか、上記危険信号  $S_A$  をモニタ回路 25 に供給する。このモニタ回路 25 は否定アンドゲート 26、発光ダイオード (LED) 27、抵抗  $r_0$  により構成されている。

第 5 図は、以上述べた異常放電検出のタイムチャートで、カウンタ 21 の内容のアナログ値  $S_M$ 、危険信号  $S_A$ 、電流信号、極間電圧信号  $V_R$  の関係を示したものである。以下、上記カウンタ 21 の内容に基づいて、極間状態回復手段を作動させ、ワイヤ断線に至る不具合を解消する具体的方法につき以下詳述する。

以下、上記信号  $S_A$  に応じて極間間隙制御、すなわち極間サーボ電圧の基準値  $V_r$  を変化させることにより、異常の際には基準電圧を大きくし、これによって平均極間電圧が増加するように制御されるため間隙長が広がり、放電しづらくなって集中放電を防ぐことができるもので、このサーボ基準電圧を制御する制御手段 28 の 1 例を第 6 図を用いて詳細に説明する。

かによって加工状態を制御すれば、ワイヤ電極の損傷断線を防ぐことができる。第 4 図は、上記電圧比較器 22、23 の出力に基づいて極間間隙状態を判別する判別手段 24 の構成例を示すものであって、絶縁度劣化信号 ( $V_1 <$ ) はゲート 23 を介してカウンタ 21 によりカウントされる。また、正常絶縁度信号 ( $V_1 \sim V_2$ ) は上記カウンタ 21 をリセットし、異常放電が連続しないかぎりカウントしつづけないようにしている。

従って、上記カウンタ 21 の内容はそのまま極間状態を示すものであるといえる。なぜなら、正常な放電であれば、無論カウンタ 21 は '0' であるが、正常放電と異常放電を繰り返している場合、カウンタ 21 の内容の平均値は異常になるほど大となり、正常になるほど少くなる。

そして、ワイヤ電極 (2) の断線に至る直前までの異常放電の連続があった場合、デジタルコンパレータ 22 によって危険信号  $S_A$  を出力し、この信号に基づいて状態改善のための制御をすることができる。

上記信号  $S_A$  が '1' の時、すなわち極間に異常が発生した場合、インバータ 23 の出力は '0' になるので、アナログスイッチ (101)、(102) はスイッチ (101) がオン、スイッチ (102) がオフとなる。よって積分回路 (オペアンプ (103)、抵抗  $R_{10}$ 、コンデンサ  $C_{10}$ 、ゼナダイオード  $ZD$  で構成されている。) の入力電圧  $e_i$  は、 $e_i = -e$  となりサーボ基準電圧  $V_r$  は、以下のように表わされる。

$$V_r = V + \frac{e}{R_{10} \cdot C_{10}} t \quad \dots\dots (1)$$

ただし、 $V$  は  $t = 0$  における初期値  
よって、信号  $S_A$  が '1' であるかぎり、基準電圧  $V_r$  は増加し続け、これに反応して極間間隙の平均電圧  $V_g$  も負に増加するので、オペアンプ (103)、抵抗  $r_1$ 、 $r_1$  よりなる出力回路 (106) の出力変化によって極間間隙は拡大方向に向う。

次に信号  $S_A$  が '0' すなわち放電集中や極間間隙に異常がない時には入力電圧  $e_i$  が 0 となり、積分コンデンサ  $C_{10}$  の電圧は放電してしまう。よって、基準電圧  $V_r$  は減少して極間間隙は狭くな







